

VI- ETUDE DU VENT :

1. Introduction :

Le vent est assimilé à des forces statiques appliquées à la construction supposées horizontales, ces forces peuvent engendrer des effets dynamiques qui dépendent des caractéristiques aérodynamiques de la structure. Ces forces dépendent aussi de plusieurs autres paramètres :

- la région.
- le site.
- l'altitude.
- les dimensions de l'ouvrage.
-

2. Application des R N V 99 :

Les RNV 99 impose un calcul dans les deux directions du vent lorsque le bâtiment présente une géométrie rectangulaire.

Notre construction est de **catégorie I** (art 1.1.3 RNV99)

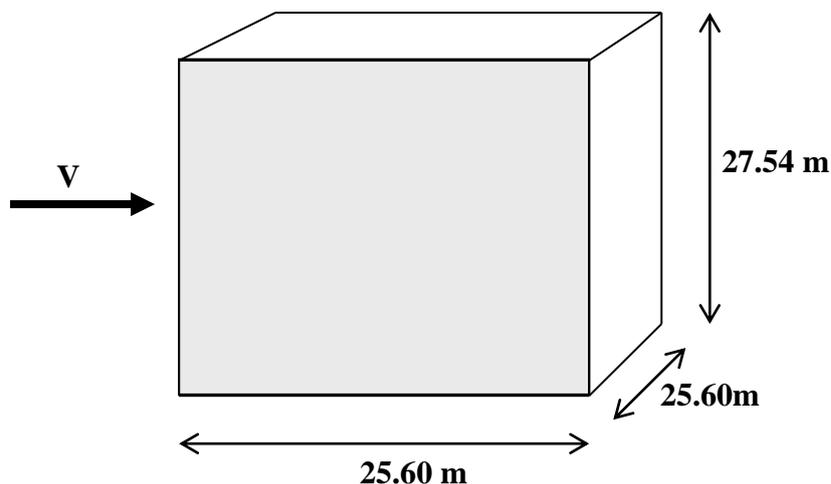


Figure VI .1: direction du vent du vent

- L'application des RNV 99 exige les étapes suivantes :

1) détermination de coefficient dynamique C_d :

le coefficient dynamique C_d tient compte des effets de réduction dus à l'imparfaite corrélation des pressions exercées sur les parois ainsi que des effets d'amplification dus à la partie de structure ayant une fréquence proche de la fréquence fondamentale d'oscillation de la structure.

Valeur de C_d :

Notre bâtiment est en béton armée, donc on utilise l'abaque ((3.1) ; P51); pour :

Sens x:

$h = 27.54\text{m}$; $b = 25.60\text{ m}$.

Après l'interpolation : $C_d = 0.93$

Sens y:

$h = 27.54\text{ m}$; $b = 25.60\text{ m}$.

Après l'interpolation : $C_d = 0.93$

C_d dans les deux directions est inférieur à 1.2 ; Donc notre structure est peu sensible aux excitations dynamiques.

2) détermination de la pression dynamique de vent q_{dyn} :

Pour la vérification à la stabilité d'ensemble, et pour le dimensionnement des éléments de structure, la pression dynamique doit être calculée en subdivisant le maître-couple en éléments de surface j horizontaux selon la procédure donnée à l'article 3.1.1 des RNV99.

La procédure qui nous convient pour notre cas est :

- les constructions avec planchers intermédiaires dont la hauteur est supérieure à 10 m doivent être considérées comme étant constituées de n éléments de surface, de hauteur égale à la hauteur d'étage; Avec « n » étant le nombre de niveaux de la construction.

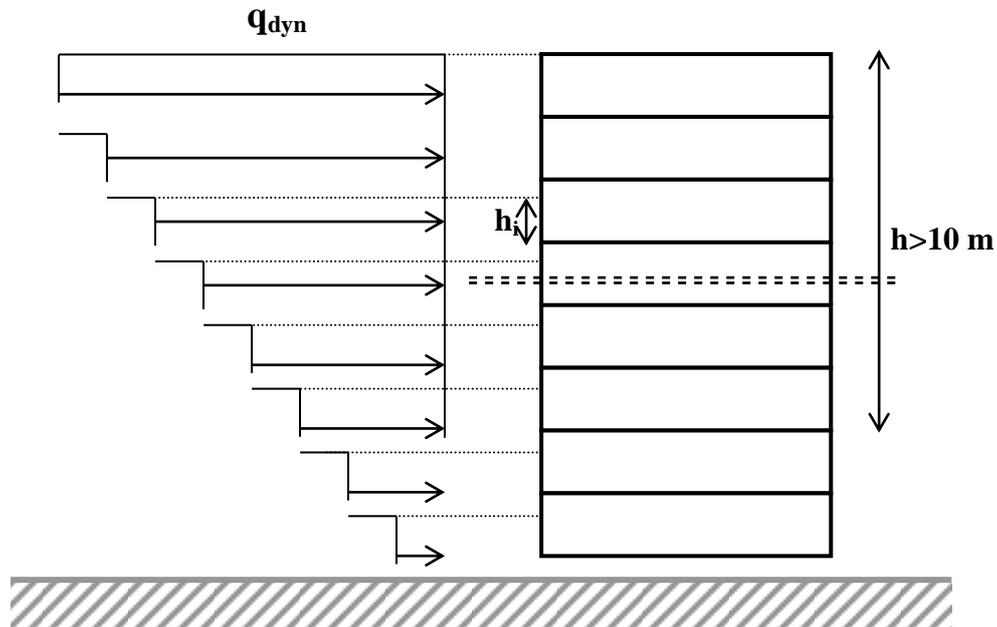


Figure VI .2: Répartition de la pression dynamique

La pression dynamique $q_{dyn}(Z_j)$ qui s'exerce sur un élément de surface j est donnée par la formule (2.12 RNV99) .

Structure permanente $\rightarrow q_{dyn}(Z_j) = q_{ref} \times C_e(Z_j)$.

Z_j : la distance verticale mesurée à partir du niveau du sol au centre de l'élément j .

q_{ref} : est la pression dynamique de référence pour les constructions permanentes.

q_{ref} : est donnée par le tableau 2.3 en fonction de la zone de vent.

Zone III $\rightarrow q_{ref} = 575 \text{ N/m}^2$.

C_e : Coefficient d'exposition au vent. peut être calcule par la formule :

$$C_e (Z_{eq}) = C_T (Z_{eq})^2 \times C_r (Z_{eq})^2 \times \left[1 + \frac{(7 \times K_T)}{(C_T(Z) \times C_r(Z))} \right]$$

C_T : coefficient de la topographie, qui prend en compte l'accroissement de la vitesse du vent.

Sa valeur est donnée par le tableau (2.5 RNV99).

Site plat $\rightarrow C_T(Z_{eq}) = 1$.

C_r : Coefficient de rugosité, traduit l'influence de la rugosité et sur la vitesse moyenne du vent; sa valeur est définit par la loi logarithmique.

$$Z_{min} \leq Z \leq 200 \text{ m} \rightarrow C_r(Z) = K_T * \text{Ln} \left(\frac{Z}{Z_0} \right)$$

K_T : Facteur de terrain.

Z_0 : Paramètre de rugosité.

Z_{min} : Hauteur minimale.

Z : Hauteur considérée.

D'après le tableau (2.4 RNV99) on a :

$$K_T = 0,24.$$

$$Z_0 = 1 \text{ m.}$$

$$Z_{min} = 16 \text{ m}$$

Z (m)	Z_{min}	C_t	Z_0	K_T	C_r	C_e	q_{ref}	q_{dyn}
1.53	16	1	1	0.24	0.665	1.559	575	896.425
4.59	16	1	1	0.24	0.665	1.559	575	896.425
7.65	16	1	1	0.24	0.665	1.559	575	896.425
10.71	16	1	1	0.24	0.665	1.559	575	896.425
13.77	16	1	1	0.24	0.665	1.559	575	896.425
16.83	16	1	1	0.24	0.678	1.599	575	919.425
19.89	16	1	1	0.24	0.718	1.722	575	990.150
22.95	16	1	1	0.24	0.752	1.829	575	1051.675
26.01	16	1	1	0.24	0.782	1.925	575	1106.875

Tableau VI. 1: détermination de la pression dynamique

3) Détermination des coefficients de pression extérieure C_{pe} :

Les coefficients de pression externe C_{pe} des constructions à base rectangulaire dépendent de la dimension de la surface chargée.

C_{pe} s'obtient à partir des formules suivantes :

$$C_{pe} = C_{pe.1} \quad \text{si } S \leq 1 \text{ m}^2$$

$$C_{pe} = C_{pe.1} + (C_{pe,10} - C_{pe.1}) \times \log_{10}(S) \quad \text{si } 1 \text{ m}^2 < S < 10 \text{ m}^2$$

$$C_{pe} = C_{pe.10} \quad \text{si } S \geq 10 \text{ m}^2$$

S désigne la surface chargée de la paroi considérée.

Dans notre cas : $S \geq 10 \text{ m}^2$ donc $C_{pe} = C_{pe.10}$

a- Parois verticales :

Sens x : $h = 31.08 \text{ m}$; $b = 14.6 \text{ m}$.

$$e = \text{Min} (b, 2h).$$

$$\Rightarrow e = \text{Min} (12, 2 \times 27.54).$$

$$e = 12 \text{ m}.$$

b : La dimension horizontale perpendiculaire à la direction du vent prise à la base de la construction.

h : La hauteur total de la construction.

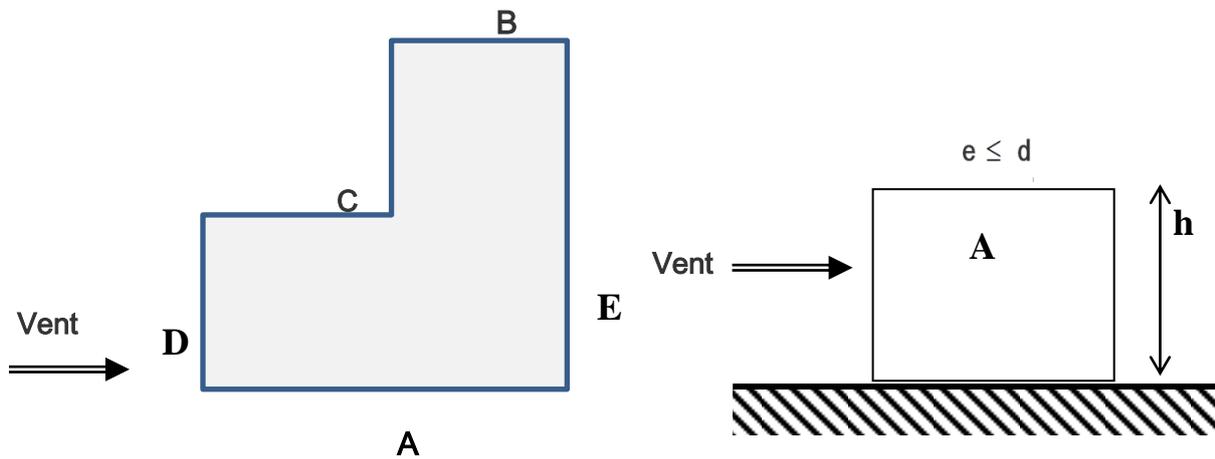


Figure (4)

Figure VI .3 : choix du vent

A	B	C	D	E
$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$
-0.6	-1.3	+0.8	-0.8	-0.5

Tableau VI.2 : coefficients de pression extérieure

b- Toitures plates :

Les toitures plates sont celles dont la pente est inférieure ou égale à 4°. Il convient de diviser la toiture comme l'indique la figure c'est après. Le coefficient $C_{pe.10}$ est donné dans le tableau 5.2 (RNV99 P.66).

$e = \text{Min} [b ; 2h]$

b: dimension du coté perpendiculaire au vent

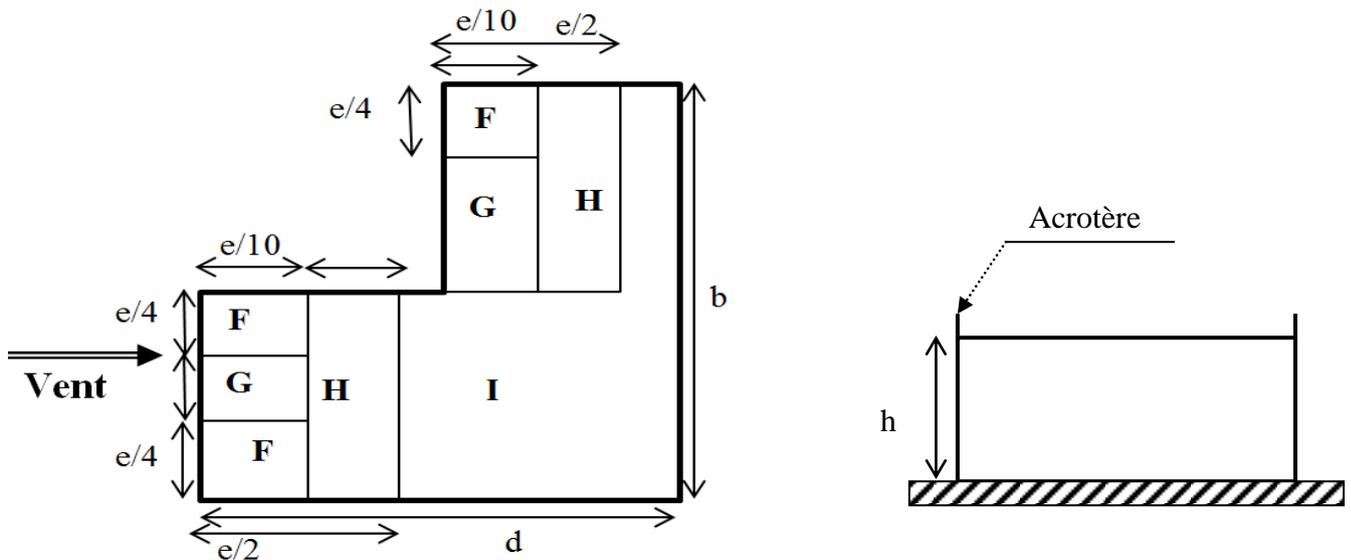


Figure VI .4: Schéma de la toiture

	Zone			
	F	G	H	I
	$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$	$C_{pe.10}$
h_p / h	-1.6	-1.1	-0.7	-0.2

Tableau VI.3 : coefficients de pression extérieure pour la toiture

Dans notre cas $h_p/h = 0.6/27.54 = 0,022$

4) Détermination des coefficients de pression intérieure C_{pi} :

Le coefficient de pression intérieure C_{pi} des bâtiments avec cloisons intérieures. Les valeurs suivantes doivent être utilisées : $C_{pi} = 0.8$ et $C_{pi} = -0.5$ (art 2.2 P78).

5) Détermination du coefficient de pression de vent C_p :

Le coefficient de pression C_p est calculé à l'aide de la formule suivante :

Alors on a le tableau suivant :

ZONE	C_{pi}	C_{pe10}	$C_p = C_{pe} - C_{pi}$
A	0.8	-0.6	-1.4
B	0.8	-1.3	-2.1
C	0.8	+0.8	0
D	0.8	-0.8	-1.6
E	0.8	-0.5	-1.3
F	0.8	-1.6	-2.4
G	0.8	-1.1	-1.9
H	0.8	-0.7	-1.5
I	0.8	± 0.2	-1 ou -0.6

Tableau VI.4 : coefficients de pression extérieure et intérieure

6) Calcul de la pression due au vent :

Pour les constructions de catégorie I, le calcul est fondé sur la détermination de la pression du vent sur les parois, lesquelles sont considérées rigides.

Pour déterminer la valeur de la coefficient de pression de vent q_j on utilise la formule 2.1 (RNV .P.40):

$$q_j = C_d \times W(Z_j)$$

C_d : Coefficient dynamique.

W (N/m²) : La pression nette exercée sur l'élément de surface j , calculée à la hauteur Z_j relative à l'élément de surface j .

W_j : est obtenu à l'aide de formule suivant :

$$W_j = q_{dyn}(Z_j) \times (C_{pe} - C_{pi})$$

Toiture plate					
paroi	C_d	C_{P10}	C_{Pi}	q_{dyn}	q_j (N/m ²)
F	0.93	-1.6	0.8	1106.875	-2470.545
G		-1.1			-1955.848
H		-0.7			-1544.090
I		-0.2			-1029.394

Tableau VI.5 : pression due au vent de la toiture

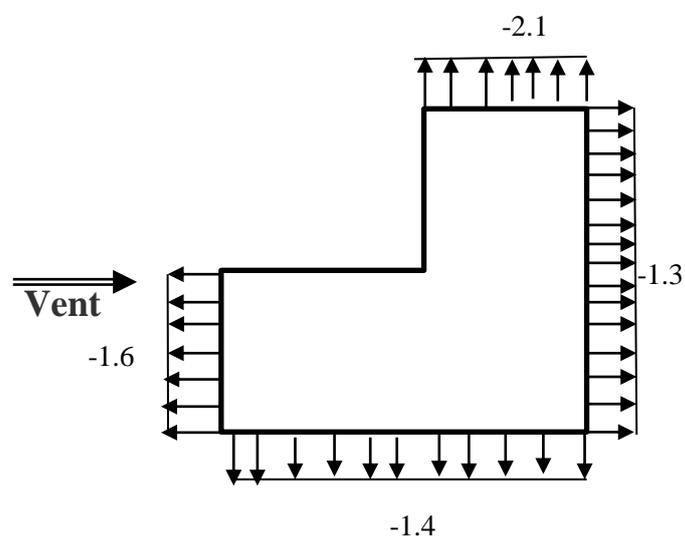


Figure VI .5: Schéma des pressions finales des parois verticales

<i>Parois verticales</i>						
zone	Z(m)	q _{dyn}	C _d	C _P = CPE- CPI	C _{PI}	q _j (N/m ²)
A	1.5 à 13.77	896.425	0.93	-1.4	0.8	-5835.725
	16.83	919.425				-1197.091
	19.89	990.150				-1289.175
	22.95	1051.675				-1369.28
	26.01	1106.875				-1441.151
B	1.5 à 13.77	896.425		-8753.59		
	16.83	919.425		-1795.637		
	19.89	990.150		-1933.763		
	22.95	1051.675		-2053.921		
	26.01	1106.875		-2161.727		
zone	Z(m)	q _{dyn}		C _P = CPE- CPI		q _j (N/m ²)
C	1.5 à 13.77	896.425		0		0
	16.83	919.425		0		
	19.89	990.150		0		
	22.95	1051.675		0		
	26.01	1106.875		0		
D	1.5 à 13.77	896.425		-6669.400		
	16.83	919.425		-1368.104		
	19.89	990.150		-1473.343		
	22.95	1051.675		-1564.892		
	26.01	1106.875	-1647.030			
E	1.5 à 13.77	896.425	-5418.890			
	16.83	919.425	-1111.585			
	19.89	990.150	-1197.091			
	22.95	1051.675	-1271.475			
	26.01	1106.875	-1338.212			

Tableau VI.6: pression due au vent de parois verticales

7) Calcul des forces de frottement :

Une force complémentaire doit être introduite pour les constructions allongées de catégorie I pour tenir compte du frottement qui s'exerce sur les parois parallèles à la direction du vent.

Les forces de frottement qui doivent être calculées sont celles pour lesquelles le rapport $\frac{d}{b} \geq 3$, et le rapport $\frac{d}{h} \geq 3$, soient vérifiés ; ou b la dimension de la construction perpendiculaire à la direction du vent, h la hauteur de la construction, et d la dimension de la construction parallèle à la direction du vent.

Sens x= Sens x: b = 25.60m; d = 25.60 m; h = 27.54 m.

$$\frac{d}{b} = \frac{25.60}{25.60} = 1 < 3 \quad \text{non vérifiée.}$$

$$\frac{d}{h} = \frac{25.60}{27.54} = 0.93 < 3 \quad \text{non vérifiée}$$

Alors le calcul de la force de frottement n'est pas nécessaire.

8) Détermination de la force résultante :

La force résultante R se décompose en deux forces; horizontale et verticale (voir la figure ci-après) :

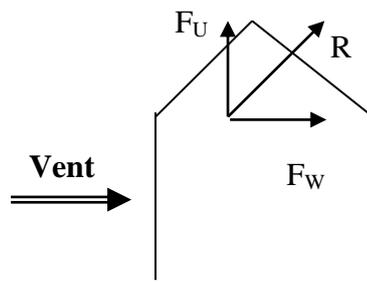


Figure VI .6

F_W : Correspond à la résultante des forces horizontales agissant sur les parois verticales de la construction et de la composante horizontale des forces appliquées à la toiture.

F_U : Composante verticale des forces appliquées à la toiture.

La force résultante R est donnée par la formule :

$$F = \sum (q_i \times S_i)$$

\sum : la somme vectorielle (pour tenir compte du sens des forces)

q_j : Pression du vent exerce sur l'élément de surface j.

S_j : Aire de l'élément de surface j.

L'ensemble des résultats est porté dans le tableau suivant :

toitures			
zone	S_i (m ²)	q_j (N/m ²)	F(N)
F	10.8	-2470.545	-24705.45
G	19.68	-1955.848	-38491.09
H	121.92	-1544.090	-188255.45
I	318	-1029.394	-327347.29
SOMME			578799.22

Tableau VI. 7: Détermination de la force résultante de toiture

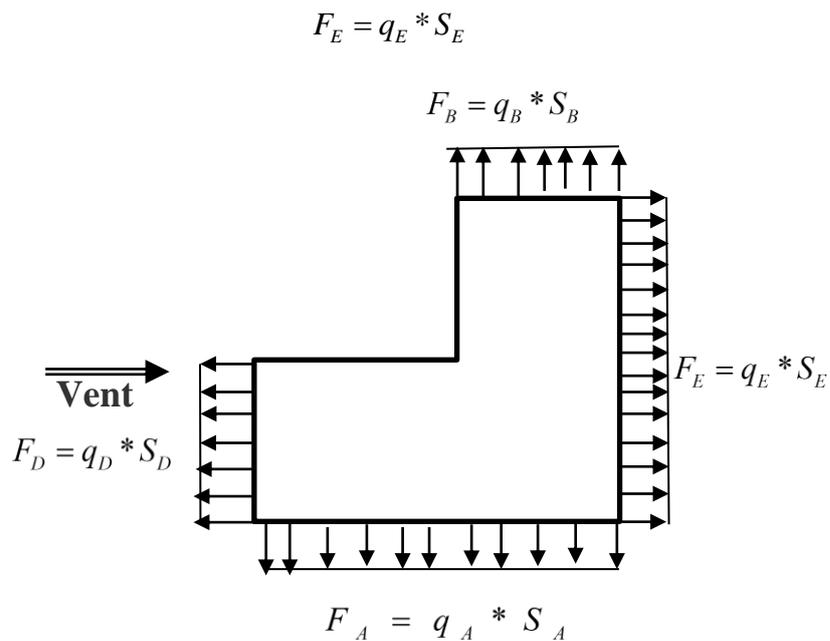


Figure VI .7 les forces des parois verticales

$$\sum F = (F_A - F_B) + (F_E - F_D)$$

Parois verticales					
	Z(m)	S _i (m ²)	q _j (N/m ²)	F(KN)	∑ F (KN)
A	1.5 à 13.77	391.68	-5835.725	-2285.74	-2700.67
	16.83	78.336	-1197.091	-93.78	
	19.89	78.336	-1289.175	-101	
	22.95	78.336	-1369.28	-107.26	
	26.01	78.336	-1441.151	-112.89	
B	1.5 à 13.77	183.6	-8753.59	-1607.16	-1916.91
	16.83	36.72	-1795.637	-65.94	
	19.89	36.72	-1933.763	-71.01	
	22.95	36.72	-2053.921	-75.42	
	26.01	36.72	-2161.727	-79.38	
D	1.5 à 13.77	183.6	-6669.400	-1224.50	-1446.81
	16.83	36.72	-1368.104	-50.27	
	19.89	36.72	-1473.343	-54.10	
	22.95	36.72	-1564.892	-57.46	
	26.01	36.72	-1647.030	-60.48	
E	1.5 à 13.77	391.68	-5418.890	-2122.47	-2507.75
	16.83	78.336	-1111.585	-87.07	
	19.89	78.336	-1197.091	-93.78	
	22.95	78.336	-1271.475	-99.60	
	26.01	78.336	-1338.212	-104.83	
					1844.696

Tableau VI.8: Détermination de la force résultante de parois verticales

$$F_x = 1844.696Kn$$

$$F_y = 578.799kn$$

Remarque :

On remarque que l'effet du vent sur la structure moins que celui du séisme.

Il représente 10% de la force séismique.

$$\frac{F_x vent}{F_x seisme} = \frac{1844.696}{17685.47} = 0.10$$

Conclusion :

Pour les bâtiments en béton armé peu élancés, les actions engendrées par le vent sont faibles devant celles du séisme, donc le calcul au contreventement sera uniquement pris en considération du séisme, car est dominant.